Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

n. 15 - L. 12.900 - 6,66 euro

TEORIA

I circuiti integrati

DIGITALE

Flip-flop a singolo impulso

Modulatore del numero di impulsi

MISURE

Misuratore di continuità

Indicatore di carica della batteria

RADIO

Trasmettitore a codice Morse

CONTROLLO

Interruttore tattile temporizzato

LABORATORIO

La tastiera inferiore

IN REGALO in questo fascicolo

4 Tasti di plastica
1 Circuito stampato Rif: VL01/99
2 Viti
cm 25 di Filo nudo
1 Circuito integrato LM324

Peruzzo & C.

9 771129 409005 00015

COSTRUISCI CON NOI IL TUO LABORATORIO PER REALIZZARE 100 ESPERIMENTI

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

4 Tasti di plastica	2 Viti	1 Circuito integrato
1 Circuito stampato Rif: VL01/99	cm 25 di Filo nudo	LM324

In questo numero vengono forniti ulteriori materiali per completare il laboratorio oltre a componenti per effettuare alcuni esperimenti.

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

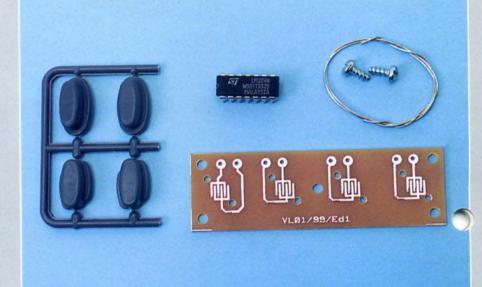
Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

I circuiti integrati

Il circuito integrato è un componente che al proprio interno contiene dei transistor.

Il circuito integrato viene studiato sempre più rispetto ai terminali esterni, viene considerato come una scatola nera che si comporta in un determinato modo quando viene collegata in un determinato modo; i comportamenti e le specifiche di collegamento devono essere specificati dal costruttore. I vecchi cataloghi di circuiti integrati mostravano degli schemi interni abbastanza completi; questi ultimi si sono via via semplificati fino a scomparire in quasi tutti i casi.

Si continuano a fornire, però, le informazioni sui loro parametri, sui circuiti raccomandati, sui diagrammi dei segnali, sulle tabelle eccetera.

Ingrandimento dell'interno di un Pentium, della Intel.

Tipologie di circuiti integrati

Esiste una notevole varietà di circuiti integrati che possono venire classificati in diverse maniere. Una di queste possibili classificazioni è quella secondo il livello di integrazione, cioè secondo il numero di transistor contenuti. Un'altra è secondo la tecnologia utilizzata: bipolare, CMOS eccetera.

Quella più pratica per noi, però, è quella secondo la modalità di utilizzo e la destinazione d'uso, come viene detto qui di seguito. Utilizzeremo la dicitura C.I. per riferirci al circuito integrato.

Microprocessore 486.

C.I. analogici

Le tensioni di entrata e di uscita sono, in genere, analogiche e sono tipiche dei circuiti a bassa scala d'integrazione. I più conosciuti sono gli amplificatori operazionali, come: 741, TL082, LM324, TL084 eccetera. Anche i regolatori di tensione, come 7812, 7805, L200 eccetera, sono molto utilizzati.

C.I. digitali

All'interno di questa classificazione esiste una notevole varietà di circuiti.

I più semplici sono le porte logiche, che a loro volta si dividono a seconda della tecnologia di fabbricazione, nelle famiglie logiche. La prima famiglia logica che conseguì un utilizzo generalizzato è stata la Famiglia TTL (Transistor-Transistor-Logic). I loro circuiti possono essere facilmente identificati perché hanno 4 o 5 cifre,

I circuiti integrati

Microprocessore 68000 della Motorola.

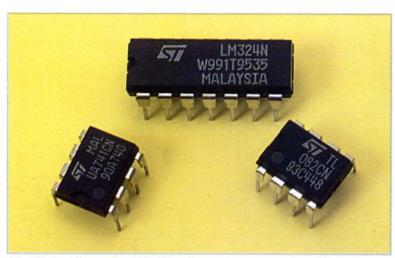
in cui le prime due sono sempre il 7 e il 4, per esempio 7400, 7490 eccetera. Questi circuiti integrati sono formati da un insieme di porte e costituiscono dei blocchi funzionali, per esempio porte NAND, contatori, registri di spostamento eccetera. La famiglia originale aveva il vantaggio di essere abbastanza veloce per la sua epoca, ma aveva anche l'inconveniente di avere un consumo elevato. Poco dopo iniziarono ad apparire delle varianti come la TTL Schottky, raggiungendo così una maggior velocità di commutazione. Per distinguere questa variante viene intercalata la lettera "S" dopo la cifra 74, indica che il circuito è a basso consumo identificando con la lettera "L" e con la lettera "S" Schottky porta ambedue le lettere – 74LS – seguite da 2 o 3 cifre che completano il codice. Anche la famiglia 4000 con tecnologia CMOS fu molto conosciuta, ma era più lenta della TTL, anche se aveva un consumo molto ridotto però continua ad essere molto utilizzata.

Attualmente si utilizzano le famiglie 74HC e 74HCT che possiedono i vantaggi di tutte e due.

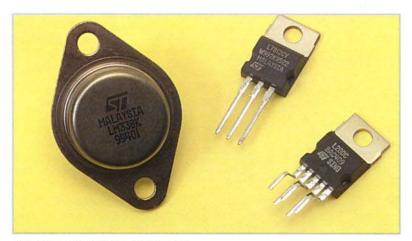
Le memorie

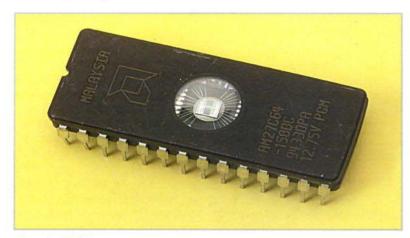
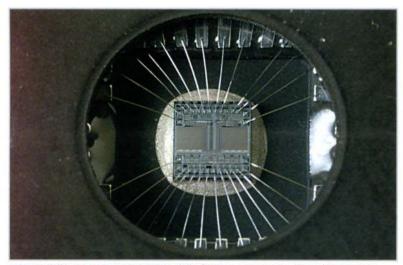
Le memorie sono circuiti digitali ad alta scala di integrazione: ogni volta si riesce a inserire sempre più memoria in volumi sempre più piccoli. Le memorie RAM si cancellano quando si toglie l'alimentazione; attualmente, sui personal computer si raccomandano come minimo 64M: fino a pochi anni fa il sistema operativo DOS controllava solamente 640 K.

Le memorie per sola lettura ROM vengono utilizzate per registrare dati fissi; una volta registrata, la memoria non può più essere cancellata.

Le EPROM possono essere registrate e cancellate e per

Circuiti integrati operazionali di utilizzo frequente, con contenitore DIL.

Circuito integrato con capsula metallica.

I circuiti integrati

Circuiti integrati regolatori di tensione.

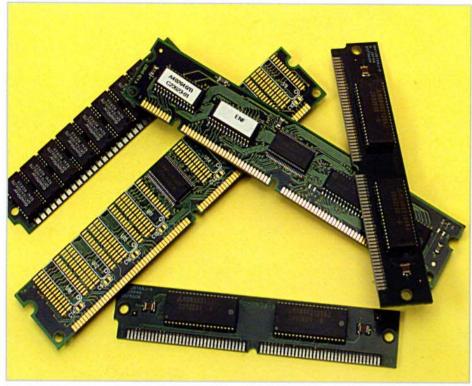
Anche i circuiti integrati si costruiscono con i terminali per SMD.

Memoria EPROM.

Interno della memoria EPROM visto dalla finestra trasparente; è possibile vedere i sottili fili di connessione ai terminali.

conservare le informazioni non è necessario che venga mantenuta l'alimentazione; possiedono una finestra che permette la cancellazione per mezzo della luce ultravioletta.

Microprocessori

I microprocessori sono circuiti integrati molto complessi e vengono fondamentalmente utilizzati per circuiti di controllo, soprattutto microcontrollori e personal computer. I più conosciuti sono lo Z80 e l'8086, che erano il cuore dei primi PC (Personal Computer) della IBM e quelli della XT. In seguito apparve l'80286 della AT, che i più giovani possono difficilmente ricordare e che supportarono la grande rivoluzione nei personal computer, cui seguirono i 386, i 486 e attualmente i Pentium, i Pentium 2 e i Pentium 3 con cui si è riusciti a raggiungere capacità di calcolo e velocità impensabili fino a pochi decenni fa. Sono interessanti anche i microprocessori integrati che vengono utilizzati in una vasta gamma di applicazioni, an-

I circuiti integrati

Le memorie costituiscono un evidente esempio dei circuiti ad alta scala di integrazione.

che se nella maggior parte dei casi passano inosservati come nei televisori, nelle lavatrici, nelle lavastoviglie, negli ascensori eccetera.

I personal computer

I personal computer, oltre ai microprocessori e alle memorie, possiedono una gran quantità di circuiti ad alta scala di integrazione; li possiamo vedere aprendone qualcuno.

Circuiti speciali

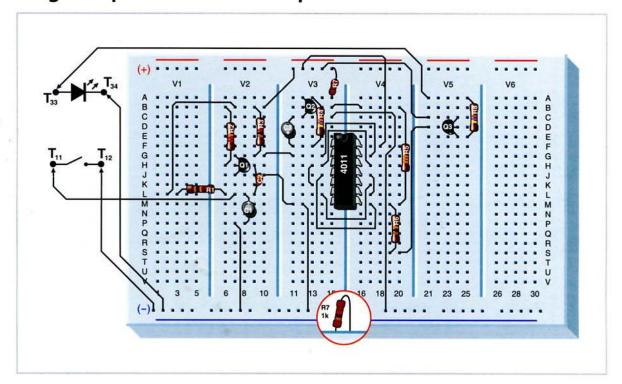
Oltre ai circuiti di uso generale prima descritti, vengono utilizzati anche altri circuiti molto specializzati per applicazioni molto determinate: lo si fa quando la quantità di circuiti da utilizzare è elevata e ciò rende economicamente redditizio il progetto e la fabbricazione di un nuovo circuito integrato. In questo modo possiamo trovare speciali circuiti integrati per la telefonia mobile, per i ricevitori TV, per i telecomandi, per controllare l'accensione del motore di espulsione di un'automobile eccetera.

Il progetto su misura

Possiamo fare anche un'altra classificazione dei circuiti speciali. I circuiti che progettano i costruttori di circuiti integrati e quelli che inseriscono nei loro cataloghi per venderli ai costruttori di apparecchiature e al pubblico in genere e che normalmente vengono costruiti esclusivamente per un cliente o per chi sia autorizzato a questo scopo. In gergo si chiamano Custom Design. Questo tipo di circuiti si utilizza di norma per i grandi numeri delle fabbricazioni, così da poter ammortizzare l'inversione.

Vengono integrati anche dei circuiti convertitori analogico-digitali o viceversa.

Flip-flop a singolo impulso

Il circuito cambia stato a ogni impulso ricevuto dal pulsante P6.

Il montaggio ci consentirà di realizzare all'uscita un cambiamento di stato premendo soltanto un pulsante: possiamo quindi spegnere il fotodiodo con la sola pressione di un bottone e farlo accendere allo stesso modo. Ad ogni pressione esercitata su P6, provochiamo un cambiamento dello stato dell'uscita.

Funzionamento

Il principio grazie al quale il circuito funziona sta nel fatto per cui ogni volta che premiamo, viene rilevata solamente una pressione; se rilevasse qualcosa in più, il circuito cambierebbe la propria uscita e non ne conosceremmo lo stato effettivo.

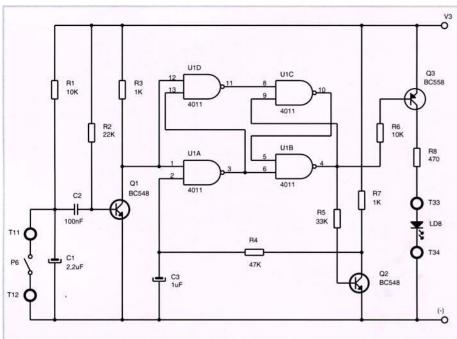
Per questo motivo, quindi, è stato previsto un circuito che elimini i possibili rimbalzi eventualmente provocati dalla pressione di P6. In questo modo, all'uscita apparirà un solo impulso per pressione. L'impulso verrà introdotto in un flip-flop RS per mezzo di una porta: così, ad ogni impulso il valore dell'uscita del terminale 4 di U1 cambierà.

L'uscita viene direttamente collegata alla base di un transistor che attiverà o disattiverà il LED posto nel suo collettore.

Non serve il clock d'entrata

Il circuito

Definiamo rimbalzi le chiusure e le aperture che si producono tra i contatti di un pulsante quando quest'ultimo viene aperto o viene chiuso. Prima che si chiudano i contatti, si verificano molte chiusure e aperture che, come nel caso appena considerato, causerebbero moltissimi cambiamenti indesiderati all'uscita del circuito. Al fine di risolvere questo problema, è stato disposto un eliminatore di rimbalzi basato su un ritardo, che è il tempo nel quale si stabilizza la pressione esercitata su un tasto. Se osserviamo lo schema, vediamo che, quando il circuito è in stato di riposo, Q1 è interdetto e, quindi, il collettore avrà un livello basso. Se premiamo P6 , C1 va in cortocircuito, la base si collega al negativo per un istante durante il quale il transistor viene interdetto e il suo collettore passa ad un livello alto. Questo cambiamento di livello da basso ad alto è quello che attiva il flip-flop RS formato dalle porte U1B e U1C. Le porte U1A e U1D servono, insieme con il transistor Q2, con R4 e con C3, a far sì che lo stato attuale non abbia a ripetersi e che si verifichi il vero cambiamento nello stato dell'uscita.

Flip-flop a singolo impulso

COMPONENTI	
R1, R6	10 K
R2	22 K
R3, R7	1 K
R4	47 K
R5	33 K
R8	470 Ω
C1	2,2 µF
C2	100 nF
C3	1 µF
Q1, Q2	BC548
Q3	BC558
U1	4011
LD8	
P6	

Avviamento

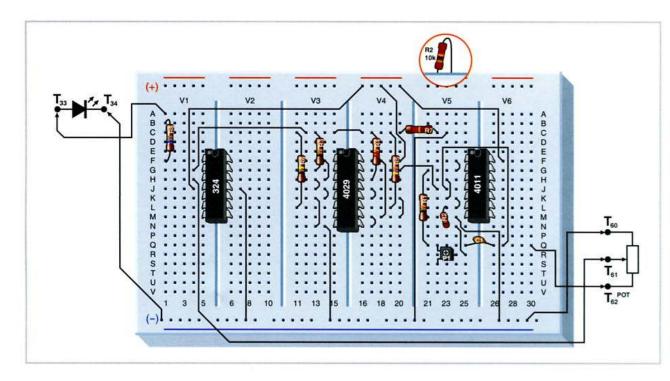
Con l'alimentazione collegata al circuito, quest'ultimo dovrebbe poter funzionare premendo semplicemente P6. Logicamente, trattandosi di un elemento meccanico, dovremo stringerlo bene, senza romperlo; è anche possibile che ci vedremo costretti a stringerlo varie volte per riuscire ad ottenere un buon contatto. Se, malgrado i nostri tentativi, il circuito continua a non funzionare, dovremo verificare la polarità dei transistor, facendo particolare attenzione, al momento di effettuare il contatto, a distinguere gli NPN dai PNP.

Il circuito memorizza lo stato precedente e lo cambia ad ogni pulsazione.

Esperimento

Il circuito è calcolato per espletare alla perfezione la funzione per la quale è stato progettato, ma possiamo cambiare il valore dei condensatori C1 e C2 così da poter verificare l'effetto dei rimbalzi sul circuito. Se vogliamo cambiare il livello di luminosità del LED, dobbiamo ridurre il valore di R6.

Modulatore del numero di impulsi

Converte la tensione generando un numero di impulsi.

Questo circuito è importantissimo nell'elettronica digitale perché ci permette di rappresentare graficamente la grandezza misurata da un sensore. Se, per esempio, usiamo un sensore della temperatura, alla sua uscita avremo una tensione che sarà proporzionale alla temperatura esistente; bene, se vogliamo vedere su un display questa temperatura, dobbiamo convertire la tensione continua in una grandezza misurabile digitalmente. La conversione in impulsi, cosicché un contatore li possa contare, rappresenta una buona soluzione, ma effettuando questo esperimento, vedremo solamente come ottenere degli impulsi e non come contarli.

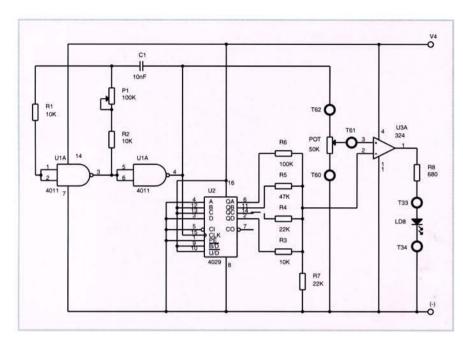
Funzionamento

Avremo, all'uscita di questo circuito, un determinato numero di impulsi che cambierà in funzione della tensione che cercheremo di stabilizzare mediante il potenziometro POT. Questa tensione sarà quella sostituita da quella erogataci dal sensore. Nel circuito, abbiamo un circuito oscillatore che genera gli impulsi per il contatore; grazie ad essi, stabilizzeremo anche il livello della tensione, che determinerà il numero degli impulsi dell'uscita. Il contatore ha alla propria uscita diverse resistenze che generano una rampa di tensione costituita da piccoli gradini; ciascuno di questi gradini, all'uscita del contatore, corrisponde ad un numero. Nell'amplificatore operazionale apparirà la tensione della rampa, tensione che renderemo fissa avvalendoci del potenziometro, di modo che l'uscita avrà degli impulsi, mentre la tensione della rampa non supererà quella stabilita dal potenziometro.

Ad una maggior tensione corrisponde un aumento del numero degli impulsi

Il circuito

Analizziamo il circuito pezzo per pezzo. Abbiamo, innanzitutto, un circuito oscillatore, montato con porte NAND, una delle cui funzioni è quella di servire da clock per il contatore. Quest'ultimo, con le quattro resistenze dell'uscita e la resistenza R7, forma un generatore della rampa a piccoli gradini. Ogni uscita ha una resistenza che aumenta (QD>QA) mano a mano che l'uscita possiede un maggior peso; tutte le resistenze risultano connesse alla resistenza R7. Il contatore è configurato per contare in modalità ascendente e in sistema binario puro; i terminali 9 e 10 sono uniti all'alimentazione. Progredendo il conteggio, i bits alla sua uscita cambiano e ad ogni cambio appare una tensione

Modulatore del numero di impulsi

COMPONENTI	
R1, R2, R3	10 K
R6	100 K
R4, R7	22 K
R5	47 K
R8	680
P1	100 K
C1	10 nF
U1	4011
U2	4029
U3	324
POT	
LD8	

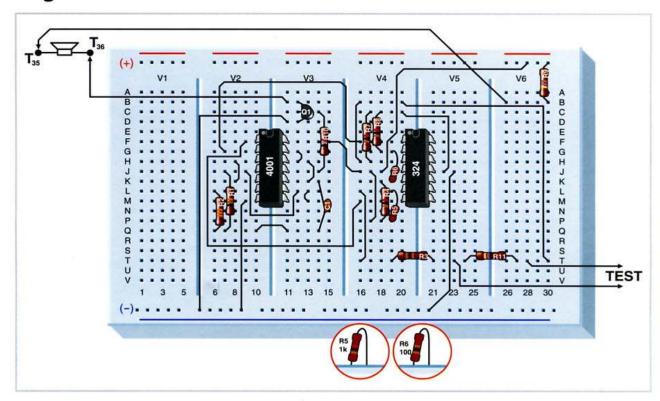
ogni volta maggiore; appare, cioè, un gradino di tensione maggiore rispetto a quello del precedente conteggio e, così, viene a formarsi una rampa costituita da piccoli scalini che corrispondono al conteggio del contatore da 0000 a 1111 e che applicheremo direttamente all'entrata 2 dell'operazionale. L'uscita dell'oscillatore va anch'essa al potenziometro permettendoci, così, di cambiare il livello della tensione continua del terminale dell'entrata 3 dell'operazionale. In questo modo, mentre la tensione della rampa non supera quella prefissata grazie al potenziometro, all'uscita avremo una serie di impulsi. Aumentando la tensione del potenziometro, la rampa tarderà a raggiungere la suddetta tensione e, quindi, si avranno più impulsi all'uscita. Abbassando il livello della tensione, invece, succederà esattamente l'opposto. Per osservare questo fenomeno, faremo come segue: collocheremo un diodo LED in maniera tale che la sua luminosità cambi in modo direttamente proporzionale al numero degli impulsi dell'uscita: quanti più impulsi riceverà, tanto più si illuminerà.

Il potenziometro stabilisce il numero degli impulsi all'uscita.

Esperimenti

Volendo, possiamo cambiare la frequenza dell'oscillatore di modo che la rampa sia maggiormente inclinata se la frequenza è maggiore – gli impulsi del clock sono più stretti – o meno inclinata se la frequenza è minore – gli impulsi del clock sono più larghi –. Tutto ciò si traduce in una variazione della luminosità del LED.

Misuratore di continuità

Il circuito serve a rilevare degli errori nelle connessioni.

Quando un circuito non funziona, se ne deve individuare la causa; molte volte è dovuto a cavi mal connessi o anche a cortocircuiti nelle piste del circuito stampato, oppure a difetti di saldatura.

Indica un errore al di sotto dei 10 Ω

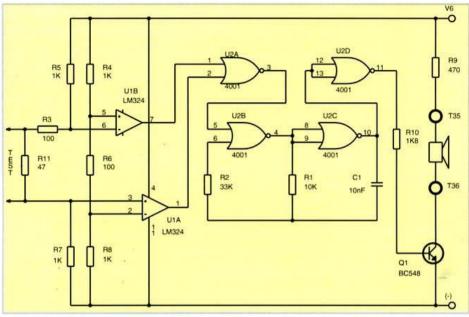
Perché una connessione sia buona, deve avere una resistenza bassissima. Questo circuito emette solamente un suono quando la resistenza misurata tra i suoi terminali di prova è inferiore a 10 Ω. Questo è un vantaggio rispetto agli altri sistemi che indicano la continuità anche se la resistenza misurata è grande, come succede di norma nelle apparecchiature costituite da un LED che si illumina, o in un campanello piezoelettrico in serie con una pila.

Il circuito

Il circuito è costituito da due parti evidentemente differenziate. Da una parte abbiamo il rilevatore di impedenza, basato sui due operazionali dell'LM324 e dall'altro, a destra, il circuito di avvertimento che ci avvisa con un suono quando c'è la continuità. Analizziamo dettagliatamente il circuito, così da capirne il funzionamento. La base del circuito è un montaggio comparatore a finestra che rileva se la resistenza è minore di 10 Ω . In situazione di riposo, con il circuito semplicemente alimentato, la tensione nel terminale 6 di U1 è maggiore di quella del terminale 5 e, quindi, l'uscita 7 è uno '0'. D'altra parte, l'uscita del terminale 2 è maggiore di quella del terminale 3 e, quindi, l'uscita del terminale 1 è un altro '0'. Questi due '0' applicati alla porta logica U2A producono un '1' alla sua uscita, cosa che non permette di oscillare all'oscillatore e quindi la sua uscita rimane fissa a livello alto. Perché questa tensione non abbia nessun effetto sul transistor, la si inverte per mezzo della porta U2D. Se, adesso, inseriamo una resistenza con un valore basso verifichiamo il circuito stampato (cortocircuitando i terminali di ingresso T63 e T64) gli operazionali variano il loro stato logico e quindi l'uscita di U1B passerà a livello alto; l'uscita della porta U2A, quindi, sarà uno '0' e l'oscillatore si avvierà, indicandoci con l'emissione di un suono che c'è la continuità.

Funzionamento

Perché funzioni normalmente, collocheremo a ciascuno dei terminali T63 e T64 un filo di cui avre-

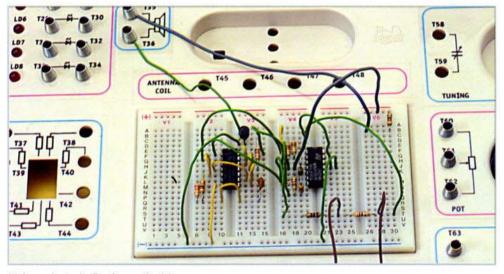
Misuratore di continuità

COMPONENTI	
R1	10 K
R2	33 K
R3, R6	100 Ω
R11	47 Ω
R4, R5, R7, R8	1 K
R9	470 Ω
R10	1 K8
C1	10 nF
Q1	BC548
U1	LM324
U2	4001
ALTOPARLANTE	

mo spelato le estremità così da utilizzarle come puntali di prova di uno strumento di misura. I puntali sono collocati ai due estremi del cavo o del circuito di cui vogliamo verificare la continuità. Se c'è continuità, il circuito produce un suono, se non c'è, logicamente non emette alcun suono. Chiaramente, se il circuito serve per rilevare l'esistenza della continuità, è utile anche per segnalare dei guasti dovuti a cortocircuito.

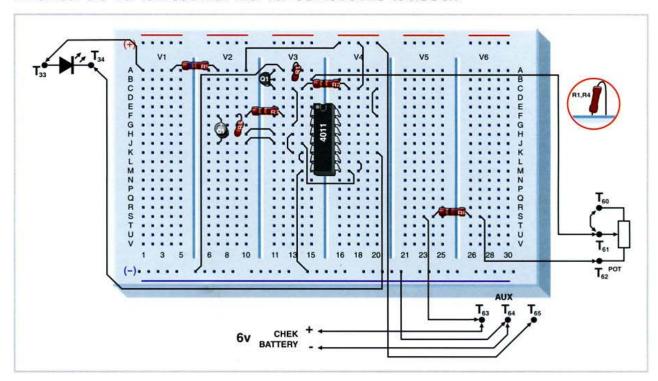
Avviamento

Collegata l'alimentazione, e senza mettere niente alle estremità della resistenza R11, il circuito deve rimanere in silenzio. Per verificarne il corretto funzionamento, si uniscono tra loro i terminali di prova T63 e T64 mediante un filo: si dovrebbe udire chiaramente un suono. Se così non fosse, verificheremo l'alimentazione dei due integrati, la loro collocazione, oltre a quella del transistor, e tutte le connessioni in genere.

Esperimenti

Se colleghiamo una resistenza da 470 Ω tra i terminali di prova, il circuito non deve emettere suono, indicando così una mancanza di continuità. Nel circuito, possiamo cambiare la frequenza dell'oscillatore, per variare il suono prodotto dall'altoparlante. Se vogliamo che il suono sia più acuto – maggior frequenza – diminuiremo R1 e/o C1. Perché sia più grave, dovremo fare esattamente il contrario. Per aumentare il volume dell'altoparlante, ridurremo la resistenza della base, mettendo in parallelo con R9 un'altra resistenza uguale da 470 Ω. Non conviene abbassare troppo questo valore perché potremmo distruggere sia il transistor che la resistenza da 470 Ω. Un altro modo per arrivare a questo fine è quello di abbassare un poco il valore di quest'ultima resistenza.

L'altoparlante indica la continuità.

Indicatore di carica della batteria

L'indicatore, mediante un LED, indica se la batteria ha la tensione bassa.

Conviene sapere quando le batterie si stanno scaricando, per poterle cambiare in tempo. Per sapere se una batteria ha la tensione bassa, la colleghiamo al nostro circuito e il diodo LED inizierà a lampeggiare quando la tensione cade: è arrivato il momento di cambiare la batteria.

Funzionamento

Il circuito ha un rilevatore di caduta della tensione della batteria collegato ai terminali d'entrata A e B: se la batteria è in buono stato, il circuito rilevatore manterrà il proprio stato ad un livello che non attiva l'oscillatore astabile con porte NAND a cui è collegato. Questo oscillatore è collegato ad un LED che indicherà la caduta di tensione della batteria.

Non potendo collegare direttamente al LED l'uscita dell'oscillatore, la invertiamo. Dato che in stato di riposo l'uscita dell'oscillatore è a livello basso, che invertito sarà alto, collegheremo il LED al positivo, così che in questa situazione non si accenda. Quando il rilevatore riceve la caduta di tensione al di sotto di un determinato livello, la sua uscita cambia di stato e l'oscillatore astabile si attiva, facendo sì che il LED si illumini alternativamente, avvisandoci così della situazione.

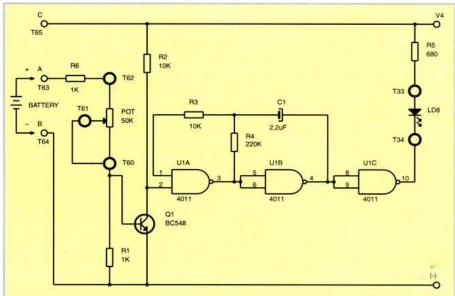
Il livello di tensione è regolabile

Il circuito

Il circuito è costituito da due diverse parti evidentemente ben differenziate. Da un lato, abbiamo il circuito rilevatore di batteria scarica, mentre dall'altro l'indicatore visivo, mediante l'accensione e lo spegnimento alternati del LED.

Il circuito rilevatore è costituito da un transistor e funziona abbastanza semplicemente. Quando la batteria è in buono stato, il transistor conduce in stato di saturazione, per cui nel suo collettore, che è il punto dove prendiamo l'uscita, la tensione avrà un valore molto vicino a 0 Volt – basso livello – e bloccherà l'oscillatore che avrà uno '0' all'uscita e che, invertito per mezzo di U1C, ci darà un '1'; dato, però, che il LED è collegato al positivo dell'alimentazione, non si illumina.

Quando la tensione della batteria è bassa, il transistor inizia a condurre sempre meno; essendo meno polarizzato, la tensione del suo collettore sarà un livello alto e l'oscillatore si attiverà e il diodo LED inizia ad illuminarsi alternativamente, in funzione della frequenza dell'oscillatore.

Indicatore di carica della batteria

COMPONENTI	
R1, R6	1 K
R2, R3	10 K
R4	220 K
R5	680 Ω
C1	2,2 µF
Q1	BC548
U1	4011
POT	
LD8	

Regolazione del livello

Il circuito ci permette di verificare la tensione della batteria esterna che collegheremo tra i terminali T63 e T64, ma ci permette anche di verificare l'alimentazione del circuito; a questo scopo uniremo con un ponte realizzato con un cavo uno qualsiasi dei terminali T65 e T63. In qualunque caso e con la batteria in buono stato, collocheremo il potenziometro POT, con il cursore girato completamente in senso antiorario. In questa situazione il LED si illuminerà; se giriamo lentamente il cursore del potenziometro in senso orario, vedremo che il LED cesserà di illuminarsi.

Avviamento

Se il circuito non funziona con l'alimentazione collegata tra V4 e (-), mettiamo una batteria all'entrata e regoliamo il potenziometro in senso antiorario: dobbiamo verificare l'alimentazione dell'integrato o la polarità del condensatore C1.

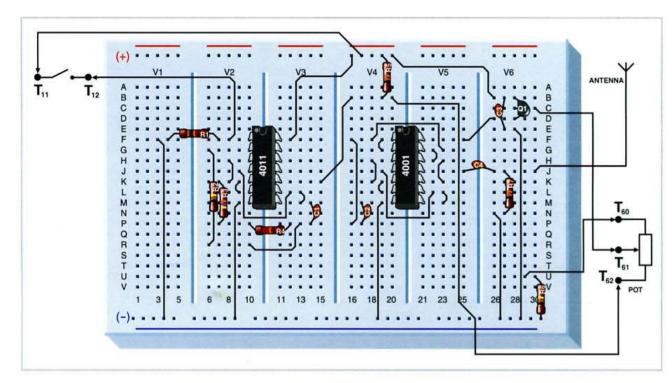
Esperimenti

Possiamo cambiare a nostro piacimento l'accensione e lo spegnimento del LED, variando la frequenza dell'astabile. A tale scopo, modificheremo il valore di R4 o del condensatore C1. Prima di utilizzare il circuito, si deve verificare che la tensione minima prevista sia quella della batteria scarica.

La batteria da verificare verrà collocata sempre tra i terminali A e B.

7
RADIO
RADIO

Trasmettitore a codice Morse

Il circuito emette, via radio, segnali Morse.

Il circuito emette una potenza molto ridotta, per evitare di generare perturbazioni nei ricevitori AM posti a una certa distanza. Si capta solamente nelle vicinanze, ponendo molto vicino al laboratorio un ricevitore AM. Riusciremo ad avere la trasmissione intorno ai 700 KHz; il segnale viene emesso agendo sul pulsante P1.

Un piccolo ricevitore AM sarà più che sufficiente a captarle

Il circuito

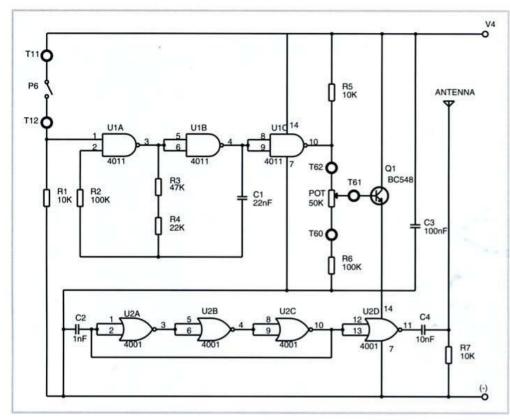
Si tratta di un piccolo trasmettitore da cui viene irradiato, attraverso un'antenna, un segnale modulato in AM. Se osserviamo lo schema elettrico del circuito, vediamo che con le porte NAND del circuito integrato U1 si forma un oscillatore. In situazione di riposo, senza premere P1, non oscilla, perché ha una delle entrate di U1A a '0' attraverso la resistenza R1, che rende obbligatoriamente uno '0' l'uscita. Il segnale di uscita dell'oscillatore sarà un '1', che invertiremo mediante U1C perché il transistor non funzioni in stato di riposo e, quindi, anche il resto del circuito che riceve il segnale proveniente dal collettore. Quando premiamo P1, l'oscillatore funziona, emettendo un segnale che si incaricherà di modulare la base del transistor Q1. Per poter trasmettere il segnale dell'oscillatore delle porte NAND, lo dobbiamo "elevare" ad una frequenza consona alla radio (banda AM) e per questo introduciamo e moduliamo attraverso il transistor Q1 l'oscillatore a RF formato dalle porte NOR del circuito integrato U2. Il condensatore C2 è quello che determina la frequenza sulla banda AM. L'uscita viene fatta passare attraverso un condensatore per eliminare il livello di tensione continua.

L'antenna

L'antenna sarà costituita da un tratto di filo di circa 25 cm; la collegheremo all'uscita che ricaveremo sul lato non a massa della resistenza R7, dove viene fornita tutta la potenza del segnale radio da trasmettere. Non è consigliabile utilizzare un pezzo di filo più corto perché potremmo non riuscire ad ottenere l'effetto desiderato.

Regolazione del ricevitore

Il nostro circuito, come abbiamo detto, è un piccolo trasmettitore a bassa potenza, per cui la sua portata sarà, al massimo, di un metro. Perché possa funzionare, quindi, dovremo collocarlo, al massimo, a questa distanza dal ricevitore radio.

Trasmettitore a codice Morse

COMPONENTI	
R1, R5, R7	10 K
R2, R6	100 K
R3	47 K
R4	22 K
C1	22 nF
C2	1 nF
C3	100 nF
C4	10 nF
U1	4011
U2	4001

Innanzitutto, collegheremo l'alimentazione al montaggio, in seguito, e con il ricevitore acceso, regoleremo il ricevitore intorno ai 700 KHz della banda AM e inizieremo a schiacciare P1. Se non otteniamo di poter ascoltare niente, regoleremo la sintonia lentamente fino a ricevere il segnale, va detto, però, che la scala parlante non è molto precisa. Dovremmo poter udire un suono che durerà per tutto il tempo in cui terremo premuto il pulsante P1. Grazie ad esso, potremo trasmettere messaggi Morse e stabilire un'autentica comunicazione.

Avviamento

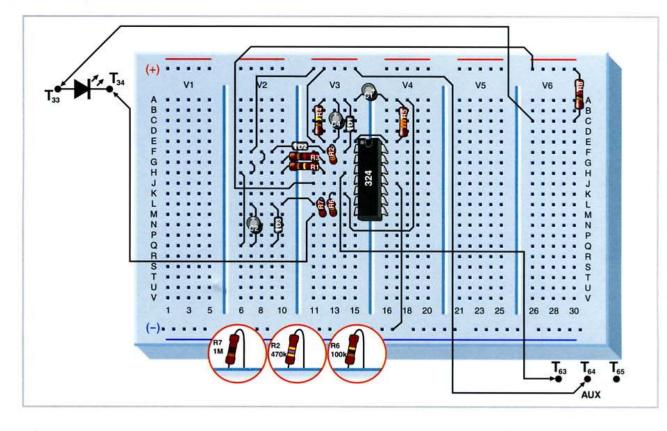
Se il circuito non funziona in modo corretto dovremo verificare l'alimentazione dei due integrati; sia U1 che U2 sono alimentati ai terminali 14 e 7. Dobbiamo verificare anche la posizione del transistor Q1. Da ultimo, verificheremo anche se l'antenna è stata collegata in modo esatto.

Il ricevitore può essere sintonizzato alla frequenza di 700 KHz, in AM.

Esperimenti

Se il circuito non funziona, cambieremo il valore del condensatore C2 con un valore vicino, di modo che se lo aumentiamo, la frequenza di ricezione sarà minore e se lo diminuiamo, la frequenza di ricezione sarà maggiore. Se collochiamo un condensatore da 2,2 nF, lo sintonizzeremo ad una frequenza minore di 700 KHz sulla scala AM.

Interruttore tattile temporizzato

Il circuito si attiva alla semplice pressione di un dito.

Il circuito è stato progettato in modo che, a un semplice tocco, si produrrà un impulso che accenderà il temporizzatore monostabile per il periodo di tempo approssimativo di 1-2 secondi, durante il quale si accende il diodo LED.

Funzionamento

Il funzionamento del circuito si basa sulle variazioni elettriche che avvengono nel circuito toccandolo con un dito e che, per esempio, possiamo notare quando ci avviciniamo ad un ricevitore radio e ne tocchiamo l'antenna o vi passiamo semplicemente la mano vicino. Nel nostro caso, utilizziamo le interferenze prodotte su un circuito per convertirle in un impulso capace di accendere un monostabile. All'entrata abbiamo un circuito che amplifica il segnale quando tocchiamo con il nostro dito lo spazio tra i terminali T63 e T64. Il segnale di uscita dell'amplificatore si rettifica e filtra fino a che non si ottiene un livello continuo, che attiverà il monostable costituito dal secondo amplificatore operazionale e che a sua volta controllerà il LED, facendo sì che si illumini per uno, due secondi ogni volta che lo tocchiamo con un dito.

Si disattiva in uno, due secondi

Il circuito

L'amplificatore operazionale dell'entrata è collegato nella configurazione di amplificatore non invertitore e con un guadagno elevato – approssimativamente 470. Il segnale di uscita dell'operazionale viene rettificato dai diodi D1 e D2 e, in seguito, ripulito dalle possibili interferenze. In questo modo, riusciamo a produrre un unico impulso di accensione, che sarà applicato all'entrata del terminale 5 dell'operazionale, in maniera tale da ottenere all'uscita un piccolo impulso. In stato normale, l'uscita sarà a livello alto; il diodo LED è stato collegato al positivo dell'alimentazione e in questa situazione rimarrà spento. Quando si attiva, l'uscita che in situazione di riposo è a livello alto, passa a livello basso, illuminando immediatamente il LED.

Avviamento

Il circuito si alimenta con una tensione simmetrica di ±4,5 Volt che collegheremo tra V6 e (-); il punto

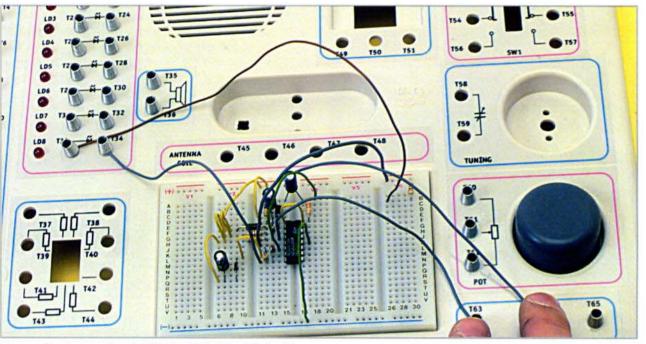
Interruttore tattile temporizzato

COMPONENTI	
R1, R4, R6	100 K
R2	470 K
R3, R8	1 K
R5	33 K
R7	1 M
C1	1 µF
C2	2,2 µF
C3	10 µF
D1	1 N4001
D2, D3	1 N4148
U1	LM324
LD8	

di riferimento sarà V3. Se il circuito non funziona una volta collegato all'alimentazione, dovremo verificare la posizione dei diodi D1 e D2, oltre a quella dei condensatori elettrolitici e alla polarità del LED. Non dovrebbe verificarsi nessun problema se colleghiamo il circuito come viene indicato nel montaggio.

Esperimenti

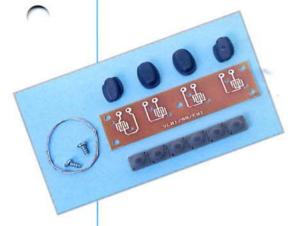
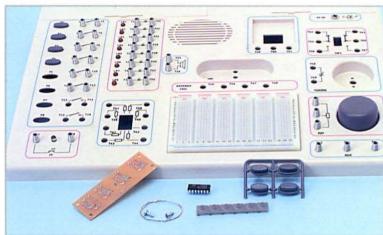
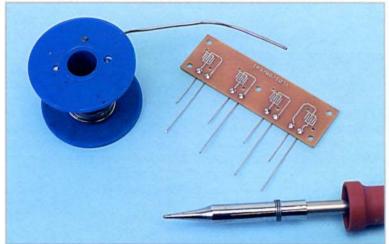
Possiamo variare il periodo di tempo durante il quale il LED rimane acceso, cambiando il valore dei componenti del monostabile dell'uscita.

Per ottenere questo, basterà modificare il valore del condensatore C2. Se ne aumentiamo il valore, aumenterà anche il tempo di accensione del LED, mentre se lo riduciamo, di conseguenza diminuirà.

Un semplice tocco sui terminali T63 e T64 attiverà il circuito.

La tastiera inferiore

Si installano i quattro pulsanti della tastiera inferiore.

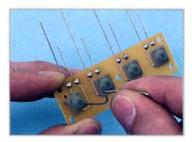
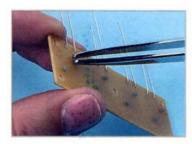
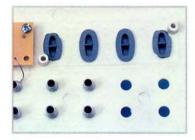
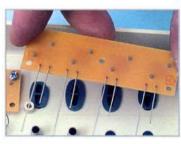
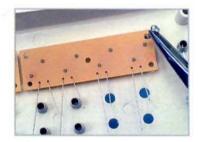
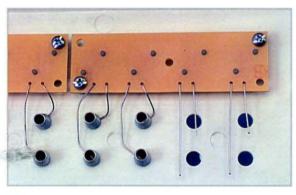
MATERIALI

1. **Tasti di plastica (4)**
2. **Circuito stampato**
3. **Viti (2)**
4. **Filo nudo (cm 25)**
6. **Pulsanti in silicone**

1 Nell'installazione della seconda tastiera di quattro pulsanti, si utilizzano quattro pulsanti, appunto, di silicone dei sei che sono stati forniti

2 Si tagliano quattro pezzi di filo rigido lunghi cm. 2,2; e altri quattro lunghi cm. 3,8 e si saldano tutti alla piastra del circuito stampato così come viene mostrato nella fotografia.

Trucchi

Perché i tasti abbiano un buon contatto, si deve evitare di toccare con le dita le zone di contatto della piastra del circuito stampato e la parte conduttrice del tasto. Si raccomanda di pulirli con un po' di carta: il suo leggero potere abrasivo è sufficiente a migliorarne il contatto. Le sporgenze per l'attacco dei pulsanti di silicone sono liberi; tutto ciò facilita l'utilizzo di un clip da officina per spingerli, ma il clip non deve essere affilato. Deve poterli spingere adeguatamente senza perforare il silicone.

La tastiera inferiore

3 Dal blister di sei pulsanti fornito se ne ritagliano quattro. Raccomandiamo l'utilizzo di un cutter su una superficie rigida.

4 Si centrano i tasti con le due sporgenze nei due loro angoli e si introducono nei fori della piastra.

5 Una volta che le sporgenze di silicone fuoriescono dall'altro lato della piastra, si tirano leggermente per facilitare la collocazione del tasto.

6 I tasti vanno collocati dall'interno, tenendo il laboratorio capovolto. I tasti hanno alle estremità degli incavi che ne facilitano il collocamento.

7 Una volta che i tasti siano stati ben collocati, vi si porrà sopra il circuito stampato, con i quattro pulsanti di silicone già installati.

8 La piastra del circuito stampato viene fissata con due viti che andranno strette finché la piastra non farà contatto con il pannello frontale. Si deve evitare di forzare le viti.

9 Si realizza la connessione alle quattro molle disponibili, curvando leggermente i pezzi di filo nudo per evitare cortocircuiti.

10 Disponiamo di una tastiera completa. In futuro verranno fornite le molle per poter disporre di due tasti in più.